



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Ciências Agrárias

Departamento de Aquicultura

Curso de Engenharia de Aquicultura

FORMAÇÃO DE REPRODUTORES DE CAMARÕES MARINHOS (*Litopenaeus vannamei*) EM SISTEMA BIOSSEGURO DE BIOFLOCOS.

Douglas Valter Severino

Florianópolis
2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Ciências Agrárias

Departamento de Aquicultura

Curso de Engenharia de Aquicultura

Douglas Valter Severino

FORMAÇÃO DE REPRODUTORES DE CAMARÕES MARINHOS (*Litopenaeus
vannamei*) EM SISTEMA BIOSSEGURO DE BIOFLOCOS.

Trabalho de conclusão de curso de graduação em
Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal de
Santa Catarina

Orientador: Prof. Dr. Walter Quadros Seiffert

Supervisor: Prof. Dr. Felipe do Nascimento Vieira

Florianópolis
2013

SEVERINO, DOUGLAS VALTER.

FORMAÇÃO DE REPRODUTORES DE CAMARÕES MARINHOS
(*Litopenaeus vannamei*) EM SISTEMA BIOSSEGURO DE BIOFLOCOS.

ESTÁGIO SUPERVISIONADO II

CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA
CENTRO DE CIÊNCIA AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.

FLORIANÓPOLIS/SC – BRASIL

31 PÁGINAS

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, pela educação, compreensão e dedicação durante toda minha vida.

A minha amiga e namorada, Indiamara Duarte, que sempre me motivou a seguir em frente.

Ao meu orientador, professor Walter Quadros Seiffer, pela orientação e oportunidade de realizar este estágio no LCM.

Ao meu supervisor, Felipe Vieira, pela ajuda e orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Carlos Manoel, pelos seus conselhos, ensinamentos e sua ajuda neste trabalho.

Aos colegas e funcionários do LCM, Carlos, Gabriela, Isabela, Gabriel, Davi, Wilson, Juliana, que me ajudaram no desenvolvimento deste trabalho. Obrigado pela ajuda.

A Jussara, mulher alegre que estar sempre disposta a resolver os problemas burocráticos acadêmicos.

A todos aqueles que não encontraram aqui seus nomes, mas que também contribuíram positivamente durante os meus anos de graduação.

“Viva como se fosse morrer amanhã. Aprenda como se
fosse viver para sempre.”

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

A finalidade deste trabalho foi de contribuir para o conhecimento referente a formação de reprodutores de camarões marinhos (*Litopenaeus vannamei*) em sistema biosseguro de bioflocos. Realizou-se um ensaio experimental com duração de 67 dias. Quatro tanques de 800 L (volume útil) foram utilizados, sendo que dois foram povoados com camarões reprodutores e dois com juvenis. Dois desses tanques, um com camarão reprodutor (RR – $19,6 \pm 0,3$ g) e um com camarão juvenil (JR – $3,8 \pm 0,3$ g) mantiveram seus sistemas recirculando a água do tanque a cada uma hora e vinte minutos, acarretando em 100% de renovação do volume de água, sendo 12 horas de sistema ligado e 12 horas desligado. Os outros dois tanques, um com camarão reprodutor (RSR – $19,6 \pm 0,4$ g) e o outro com camarão juvenil (JSR – $3,8 \pm 0,3$ g) mantiveram seus sistemas independentes como forma de controle. O peso médio final foi maior nos tanques que não apresentavam recirculação da água (JR – $14,2 \pm 0,4$ g / RSR – $29,8 \pm 2,5$ g) . A maior sobrevivência (92,9%) foi verificada no tratamento de camarão reprodutor sem recirculação, diferenciando do tratamento RR (85,7%), que apresentou a menor sobrevivência. A avaliação clínica visual de todos os reprodutores demonstrou maior quantidade de animais sem sinais clínicos externos no tanque sem recirculação. O dado de clorofila-a no tanque de reprodutor sem recirculação teve a maior média (RSR – $90,8 \text{ ug L}^{-1}$) comparados com os outros três. Além da média, o tanque RSR apresentou valores máximos de clorofila de 258,5 ug L^{-1} , muito maior do que os encontrados nos demais tanques. Pode-se verificar com os resultados observados nesse estudo que quando o cultivo é mantido com baixa biomassa de camarões, esse tanque tende a ser mais fotoautotrófico (água verde) em relação a o que são mantidos em alta biomassa. Palavras-chave: camarões marinhos, reprodutor, juvenil, recirculação de água, bioflocos.

Palavras-chave: camarões marinhos, reprodutor, juvenil, recirculação de água, bioflocos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vista área do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) do Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (Foto: Arquivo do Laboratório de Camarões Marinhos).....	14
Figura 2: Seleção de camarões reprodutores (A), juvenis (B) proveniente do Laboratório de Camarões Marinhos (Foto: Douglas Severino). Instalações e condições experimentais	15
Figura 3: Tanques sem recirculação de água. (Foto: Douglas Severino).	16
Figura 4: Tanque com recirculação de água. (Foto: Douglas Severino)	16
Figura 5: Sintomatologia avaliada na despesca em camarões reprodutores. SA – Sem sinais clínicos externos, AQ – Antênula quebrada, FM – Fêmea madura, URQ – Urópodos e telson quebrados, NP – Necrose dorsal - verruga, PPQ - Periopodo e pleópodo quebrados, EN – Necrose no exoesqueleto, RQ – Rostro quebrado. (Foto: Douglas Severino)	20
Figura 6: Decantador com as diferença de cores retirados dos tanques. B – sólidos retirados do tanque de reprodutor sem recirculação. A – sólidos representando a cor dos demais tanques (Foto: Douglas Severino).....	23
Figura 7: Variação dos sólidos suspensos totais e sólidos suspensos sedimentáveis no cultivo dos camarões reprodutores de <i>L. vannamei</i> em sistema de bioflocos com recirculação e sem recirculação de água. Reprodutor sem recirculação de água (RSR) e Reprodutor com recirculação de água (RR).	25
Figura 8: Peso médio semanal (g) e biomassa final apresentada em cada tanque. Reprodutor com recirculação de água (RR), Reprodutor sem recirculação de água (RSR), Juvenil com recirculação de água (JR), Juvenil sem recirculação de água (JSR)	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros de qualidade da água durante o período de. Os dados estão apresentados como média (mínimo e máximo) após 67 dias de cultivo em sistema com bioflocos. Reprodutor com recirculação de água (RR), Reprodutor sem recirculação de água (RSR), Juvenil com recirculação de água (JR), Juvenil sem recirculação de água (JSR).	21
Tabela 2: Valores de análises microbiológicas de contagem total de bactérias heterotróficas, vibrios, bactérias oxidadoras de amônia (AOB) e bactérias oxidadoras de nitrito (NiOB) da água do cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos. Reprodutor com recirculação de água (RR), Reprodutor sem recirculação de água (RSR), Juvenil com recirculação de água (JR), Juvenil sem recirculação de água (JSR).	24
Tabela 3: Prevalência de sintomas externos visuais dos camarões reprodutores. Reprodutor com recirculação de água (RR), Reprodutor sem recirculação de água (RSR).	26
Tabela 4: Valores médios (\pm DP) referentes ao peso inicial, peso final e ganho de peso semanal (GPS) dos camarões. Produtividade, sobrevivência e conversão alimentar aparente de todos os cultivos. Reprodutor com recirculação de água (RR), Reprodutor sem recirculação de água (RSR), Juvenil com recirculação de água (JR), Juvenil sem recirculação de água (JSR).....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo geral	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1. Material biológico	14
3.2. Instalações e condições experimentais	15
3.3. Monitoramento da qualidade da água	17
3.4. Análise microbiológica da água	18
3.5. Análises dos parâmetros zootécnicos	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Parâmetros de qualidade de água.....	21
4.2. Análise biológica da água.....	23
4.3. Sintomatologia visual externa dos reprodutores	24
4.4. Índices de produção	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA.....	29

1. INTRODUÇÃO

A atividade da carcinicultura nos dias de hoje é praticada em mais de 50 países do mundo, com destaque maior para os países do continente asiático como China, Índia, Tailândia, Vietnã e Indonésia (FAO, 2012). Cerca de 55% dos camarões consumidos no mundo são provenientes da carcinicultura marinha(FAO, 2012).

No ano de 2010 a produção mundial de camarões cultivados foi de aproximadamente 4,3 milhões de toneladas, sendo que a espécie mais cultivada foi a do camarão branco do pacífico *Litopenaeus vannamei* (71,8% da produção total) (FAO, 2012).

O cultivo de camarão no Brasil teve início a partir da década de 80, no entanto somente em meados dos anos 90 passou a se desenvolver de forma mais evidente com a chegada da espécie *Litopenaeus vannamei*, originária do Oceano Pacífico, que teve uma grande adaptação ao litoral brasileiro.¹

Com um acelerado crescimento na produção, o Brasil alcançou seu ápice no ano 2003 (90 mil toneladas), seguindo uma significativa redução da produção em decorrência da enfermidade da Mionecrose Infecciosa em fazendas do nordeste, problemas de mercado e problemas climáticos (ROCHA & ROCHA, 2009)

No ano de 2011 o Brasil teve uma produção de 65.790,6 toneladas de camarões, apresentando uma queda de 5,4% em relação ao ano anterior. Grande parte desta produção está concentrada nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, sendo que estes juntos foram responsáveis por cerca de 78% do total produzido (MPA, 2011).

Nos últimos anos, devido a problemas enfrentados pelos carcinicultores, desenvolvimento de novas práticas de produção torna-se imprescindível. Pesquisadores e produtores visam, cada vez mais, novas tecnologias capazes de serem empregadas nos cultivos. Grande parte dessas novas ferramentas de cultivo de camarão buscam reduzir a quantidade e as trocas de água, tornando o cultivo mais bioseguro e sustentável (KRUMMENAUER et al, 2013)..

O cultivo de camarão em bioflocos, *Biofloc Technology* - BFT surge como uma opção promissora, posto que utiliza-se de menores volumes de água e é bioseguro. Contudo apesar de ter suas vantagens em relação aos sistemas convencionais de cultivo, seu uso em escala comercial ainda é limitado por se c

O cultivo de camarão em bioflocos, *Biofloc Technology* - BFT surge como uma opção promissora, posto que

¹ Site: Universidade Federal do Rio grande do Norte.

utiliza-se de menores volumes de água e é biosseguro. Contudo, apesar de ter suas vantagens em relação aos sistemas convencionais de cultivo, seu uso em escala comercial ainda é limitado por se considerar um sistema mais complexo e relativamente recente na aquicultura, visto que informações relacionadas a este sistema de cultivo precisam ser padronizadas (SCHVEITZER, 2012).

O sistema de cultivo em bioflocos teve início nos anos 90 na Waddell Maricultura Center, Carolina do Sul, Estados Unidos (HOPKINS et al., 1993), onde os pesquisadores buscavam desenvolver cultivos limitados com renovação de água. Com o passar dos anos, estudos demonstraram que com mínima troca de água poderia haver redução no risco de introdução e ampliação de epidemias virais e bacterianas dentro do cultivo (MCINTOSH et al., 2000).

O sistema BFT é caracterizado por altas concentrações de nutrientes, bactérias, fitoplâncton e protozoários. Uma vez que o sistema consiste em estimular o desenvolvimento de uma densa comunidade microbiana através da manipulação da relação Carbono: Nitrogênio na água do cultivo (BURFORD et al, 2003) .

A fertilização da água com compostos ricos em carbono, mais os composto nitrogenados proveniente dos restos da alimentação, das fezes e metabólitos dos animais são transformados em biomassa bacteriana. Os microorganismo presentes no sistema bioflocos aumenta a eficiência da conversão protéica de 20-25% para cerca de 45%, já que a conversão do nitrogênio inorgânico presente na água é disponibilizado na forma de proteína microbiana, que é ingerida pelos camarões do cultivo (AVNIMELECH, 1999).

O princípio básico dos cultivos com bioflocos esta na adequada manipulação desta complexa comunidade microbiana aeróbica e ativa, visando controlar a qualidade de água pela imobilização dos compostos nitrogenados dentro do cultivo (AVNIMALECH, 1999)

Os agregados microbianos ou bioflocos, desenvolvidos pela adição de carbono orgânico na água rica em compostos nitrogenados, além de manterem a qualidade da água para o cultivo, servem também de alimento para os camarões e peixes cultivados. Desta forma aumentam a retenção de nitrogênio e permitem a redução ou substituição da proteína animal nas rações (BURFORD & LORENZEN, 2004; CRAB et al., 2007; KUHN et al., 2009; CRAB et al., 2010a; BAUER et al., 2012).

Da mesma forma que os sistemas convencionais, os procedimentos relacionados ao manejo do cultivo devem ser seguidos, o cultivo em BFT é necessário determinar padrões de manejo para que seja bem sucedido. São passos necessários

para a consolidação dessa tecnologia, a avaliação de práticas de manejo mais adequadas e o estabelecimento de níveis críticos para parâmetros considerados limitantes (SCHVEITZER, 2012).

Atualmente, cultivos em bioflocos já vêm sendo aplicados com sucesso em alguns países. Isso faz com o passar dos anos que essa nova tecnologia se torne mais popular dentro dos cultivos de camarões. No entanto, pouco se sabe sobre seus benefícios e sobre a conservação de reprodutores de peneídeos neste ambiente (EMERENCIANO et al, 2012).

Hoje em dia, com a dispersão global de doenças, manter os reprodutores de camarões em sistemas de BFT torna o cultivo mais biosseguro e evita infecções verticais (EMERENCIANO et al, 2012).

A manutenção do cultivo de reprodutores em BFT além de melhorar a segurança biológica do animal, também auxilia na suplementação da dieta dos animais. Substancias como aminoácidos, ácidos graxos e vitaminas estão presentes no floco que serve de alimento. Esses nutrientes são considerados essenciais na utilização das primeiras etapas de formação das gônadas reprodutivas e o desenvolvimento do ovário dos animais (EMERENCIANO et al, 2012).

Dentro do Laboratório de Camarões Marinhos da UFSC, os reprodutores são mantidos em tanques com sistema de bioflocos em baixa densidade (66 camarões/m³). Para formação dos reprodutores são selecionados camarões a partir de 20 gramas onde são estocados na densidade acima citada até aproximadamente 35–40 gramas. Durante esse período, de aproximadamente cinco meses o cultivo heterotrófico (água marrom) passa a ter florações de algas tornando-se mais fotoautotrófico (água verde).

Nesta fase, devido a grande a incidência de algas ocorre uma maior instabilidade na água do cultivo, causada por mortalidade de algas por desbalanço de nutrientes, baixas incidência luminosa em dias nublados e mesmo pela predação por protozoários e nematódeos. Além disso, pode ocorrer o surgimento de cianobactérias que podem produzir toxinas, sendo necessário realizar renovações de água e até mesmo o preparo de novos tanques.

Este trabalho foi desenvolvido no estágio de conclusão do curso de graduação em Engenharia de Aquicultura, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Durante o percurso foi desenvolvido um ensaio experimental com camarões reprodutores e juvenis sob condições de recirculação de água entre os tanques com camarões reprodutores e juvenis de engorda.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Contribuir para o conhecimento referente à formação de reprodutores de camarões marinhos (*Litopenaeus vannamei*) em sistema biosseguro de bioflocos.

2.2. Objetivos específicos

O objetivo deste estudo é avaliar a manutenção de reprodutores de camarões marinhos em sistema de bioflocos, recirculando a água do cultivo com um sistema superintensivo de engorda sobre:

- a) Desempenho zootécnico (Conversão alimentar, Ganho de peso, produtividade, sobrevivência).
- b) Parâmetros de qualidade da água nos cultivos (oxigênio, temperatura, pH, sólidos, salinidade, amônia, nitrito, nitrato e alcalinidade)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Material biológico

O ensaio experimental foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) do Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, situado em Florianópolis na Barra da Lagoa (Figura 1).



Figura 1: Vista área do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) do Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (Foto: Arquivo do Laboratório de Camarões Marinhos).

A utilização da água já madura com bioflocos do cultivo foi obtida de um tanque de cultivo superintensivo de *Litopenaeus vannamei* com 115 dias de cultivos. Foi utilizado para todos os tanques um inoculo de 75% de água de bioflocos maturada (aproximadamente 600L) e preenchido o restante do tanque com água marinha filtrada, previamente clorada e decolorada, seguindo o protocolo de desinfecção do LCM, apresentando uma concentração de 450 mg/L de sólidos suspensos totais.

O povoamento ocorreu com a seleção de camarões reprodutores (Figura 2 A) e juvenis (Figura 2 B) de *L. vannamei* saudáveis, proveniente do plantel de animais do LCM. Com seus respectivos pesos médios $19,6 \pm 0,36\text{g}$ e $3,8 \pm 0,28\text{g}$ e estocados em cada tanque a quantidades de 56 e 320 camarões, equivalentes a 70 camarões m^{-3} e 400 camarões. m^{-3} .

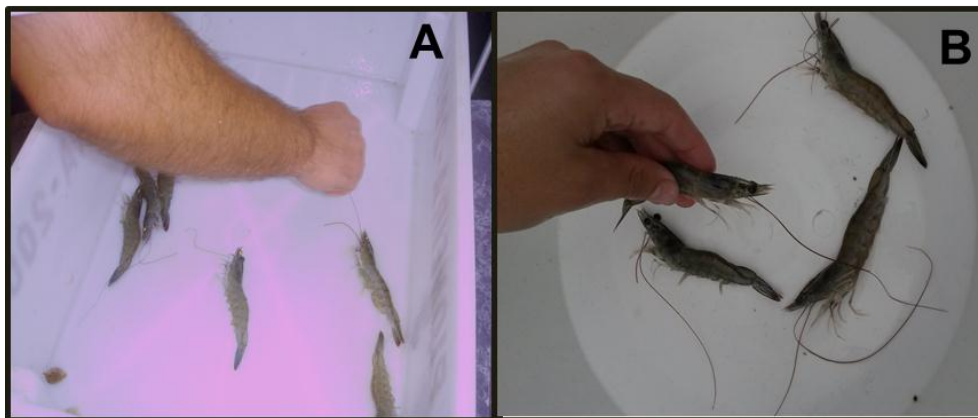


Figura 2: Seleção de camarões reprodutores (A), juvenis (B) proveniente do Laboratório de Camarões Marinhos (Foto: Douglas Severino). Instalações e condições experimentais

3.2. Instalações e condições experimentais

O cultivo teve duração de 67 dias. Utilizou-se quatro tanques de 800 L (volume útil), sendo que dois foram povoados com camarões reprodutores e dois com juvenis. Identificados como:

- RR – Tanque com camarão reprodutor com recirculação de água.
- RSR – Tanque com camarão reprodutor sem recirculação de água.
- JR – Tanque com camarão juvenil com recirculação de água.
- JSR – Tanque com camarão juvenil sem recirculação de água.

RSR e JSR mantiveram seus sistemas de cultivos independentes como uma forma de controle (Figura 3).



Figura 3: Tanques sem recirculação de água. (Foto: Douglas Severino).

RR e JR realizavam a troca de água concomitantemente a cada 1 hora e 20 minutos (Figura 4). A recirculação da água era promovida nos tanques por duas bombas de aquários submersa (Modelo Sarlo Better B-650 220v), sendo que umas delas apresentava uma torneira com objetivo de controlar a vazão. O funcionamento das mesmas era administrado por um temporizador digital Bivolt (Modelo Exatron TMDS-BC), que operava simultaneamente a cada 1 hora e 20 minutos (ligado e desligado). Acarretando na renovação 100% do volume de água e 12 horas de sistema ligado e 12 horas desligado.



Figura 4: Tanque com recirculação de água. (Foto: Douglas Severino)

Os tanques foram equipados individualmente com sistema de aeração composta por um anel central de Aerotube, localizado no fundo no tanque. A aeração além de fornecer oxigênio para o sistema permitindo que as fezes, resto de ração e os sólidos presentes nos tanques fossem mantidos em suspensão por toda a coluna d' água.

Durante o período do experimento os animais foram alimentados três vezes ao dia com ração para engorda contendo 38% de proteína bruta (Guabi Potimar – 38 Active. Ração extrusada para camarões). A ração foi fornecida a lanço, colocadas 10% em bandejas, checadas a cada uma hora e meia após a alimentação, com a finalidade de avaliar o consumo e realizar os ajustes na quantidade oferecida.

O controle térmico nos tanques foi realizado através de uso de aquecedores de 800 W, controlados por termostatos mantendo a temperatura em $29\pm0,6^{\circ}\text{C}$. Os tratamentos foram mantidos sem renovação, contendo somente a reposição da água perdida por evaporação.

3.3. Monitoramento da qualidade da água

Durante o cultivo foram avaliados os parâmetros físicos e químicos da água. O oxigênio dissolvido e a temperatura da água foram monitorados diariamente nos períodos da manhã e final de tarde, utilizando-se de um Oxímetro polarográfico (modelo YSI 55). O pH foi monitorado ao final da tarde por um pHmetro (modelo YSI pH 100). A turbidez, salinidade e transparência foram medidas semanalmente com auxílio turbidímetro (ALFAKIT® modelo PLUS VI.28), refratômetro ótico (Portable Refractometer – 0-100‰) e do disco de Secchi.

Análises das concentrações de sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV) e sólidos suspensos fixos (SSF), foram efetuadas duas vezes por semana, adotando o método de gravimetria de volatilização (Strickland e Parsons, 1972). Para isso, micro filtros de fibra de vidro (GF/6-A $47 \pm 0.5\text{mm}$), foram secos, pesados e usados para filtrar 100 ml da amostra dos tanques, consequentemente levados à estufa e secos novamente a 105°C durante 1h e 30 min, e novamente pesados em balança de precisão. Os valores da concentração de sólidos suspensos voláteis e fixos foram antecipadamente pesados e posteriormente queimados em mufla a 500°C durante o tempo de uma hora. Após o arrefecimento, foram pesados novamente e através de diferença entre peso final e peso inicial, determinou-se os sólidos suspensos voláteis e fixos (APHA, 1998). Os sólidos

sedimentáveis foram medidos diariamente utilizando-se do cone Imhoff, após um tempo de vinte minutos. (APHA, 1998).

A concentração de amônia (N-NH_4^+), nitrito (N-NO_2), nitrato (N-NO_3) e fosfato dissolvido (P-PO_4^{3-}) foram analisados com amostra de água filtrada decorrente da análise de sólidos. Para a leitura da concentração utilizou-se de um espectrofotômetro LA MOTTE® modelo Smartspectro. As análises de amônia e nitrito foram realizadas conforme procedimento descrito por APHA, 1998. O Nitrato foi analisado seguindo a metodologia descrita por HACH® (método 8039 – Redutor de Cádmio).

A alcalinidade foi determinada por meio de titulação das amostras (25 ml) em ácido sulfúrico (0,02 N) e usando o alaranjado de metila como indicador do ponto de virada (APHA, 1998), os resultados eram expressos em mg.L^{-1} de CaCO_3 .

A determinação de clorofila-a foi realizada procedendo-se a filtragem de 100 mL de amostra de cada tanque por meio de filtros de microfibra de vidro (GF/6-A $47 \pm 0.5\text{mm}$). A extração do pigmento foi feito em cetona 90% (Merck®PA), no escuro e à -18°C durante 24 horas, para posterior determinação da concentração de clorofila a por espectrofotometria (Strickland & Parsons 1972).

3.4. Análise microbiológica da água

Para a contagem de bactérias heterotróficas totais e vibrionáceas foi coletados 1 mL da água dos tanques e realizado diluição seriada 1:10 em solução salina estéril (3% de NaCl) até a diluição 10^{-6} . Em seguida, as diluições foram semeadas em meio de cultura Agar Marine (3,0% de NaCl) e Agar Tiosulfato Citrato Bile Sacarose (TCBS, 3,0% de NaCl) e incubadas a 30°C . Após 24 horas, foram quantificadas as unidades formadoras de colônias.

A contagem de bactérias nitrificantes totais foi realizada pela metodologia de NMP (número mais provável) descritos por APHA (2005). Foram utilizados quinze tubos contendo 10 mL dos respectivos meios de cultura para as bactérias oxidadoras de amônia (AOB e NiOB) ($0.5 \text{ g.L}^{-1} \text{ NH}_4$, $1.1 \text{ g.L}^{-1} \text{ Na}_2\text{CO}_3$, $1.0 \text{ g.L}^{-1} \text{ KH}_2\text{PO}_4$, $0.3 \text{ g.L}^{-1} \text{ MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$, $0.2 \text{ g.L}^{-1} \text{ NaCl}$, $0.03 \text{ g.L}^{-1} \text{ FeSO}_4$, pH 8.0) e nitrito ($0.5 \text{ g.L}^{-1} \text{ KNO}_2$, $0.1875 \text{ g.L}^{-1} \text{ MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$, $1.5 \text{ g.L}^{-1} \text{ NaHCO}_3$, $0.5 \text{ g.L}^{-1} \text{ K}_2\text{HPO}_4$, $0.2 \text{ g.L}^{-1} \text{ NaCl}$, $0.0125 \text{ g.L}^{-1} \text{ CaCl}_2.2\text{H}_2\text{O}$, $0.01 \text{ g.L}^{-1} \text{ FeSO}_4. 7\text{H}_2\text{O}$, pH 8.0) inoculados com 10, 1 e 0.1 mL das amostras da água do tanque, constituídos cinco repetições para cada diluição. Posteriormente os tubos foram incubados a 25°C por 21 dias para a verificação do crescimento. O crescimento das bactérias nitrificantes foi detectado através do

decréscimo do valor de pH de cada tubo em relação a um tubo controle, sem inoculação da amostra e incubado nas mesmas condições.

3.5. Análises dos parâmetros zootécnicos

Realizou-se biometria semanal para o acompanhamento do crescimento dos camarões.

A taxa de sobrevivência (%), ganho de peso semanal (g/semana), fator de conversão alimentar (FCA) e produtividade, foram calculados conforme segue:

- $\text{Peso médio (g)} = \text{biomassa total} / n^0 \text{ final de camarões};$
- $\text{Ganho de peso semanal (g/semana)} = \text{Ganho de peso} / \text{semanas de cultivos};$
- $\text{Biomassa(g)} = \text{peso úmido médio final} \times n^0 \text{ final de camarões};$
- $\text{Produtividade (Kg.m}^{-2}\text{)} = \text{Biomassa final} / \text{área total};$
- $\text{Fator de conversão alimentar (FCA)} = \text{Consumo de ração} / \text{biomassa final};$
- $\text{Taxa de sobrevivência (\%)} = (n^0 \text{ final de camarões} / n^0 \text{ inicial de camarões}) \times 100$

No final do cultivo realizou-se análise clínica visual de todos os reprodutores. Quantificaram os camarões pelo sexo (M e F), fêmeas maduras (FM), antênula quebrada (AQ), necrose dorsal – verruga (NP), necrose no exoesqueleto (NE), rostro deformado ou quebrado (RD), urópodos e telson quebrados (URO), Brânquias sujas (BS), periopodo e pleópodo quebrados (PPQ) e sem sinais clínicos externos (SA) (Figura 5).

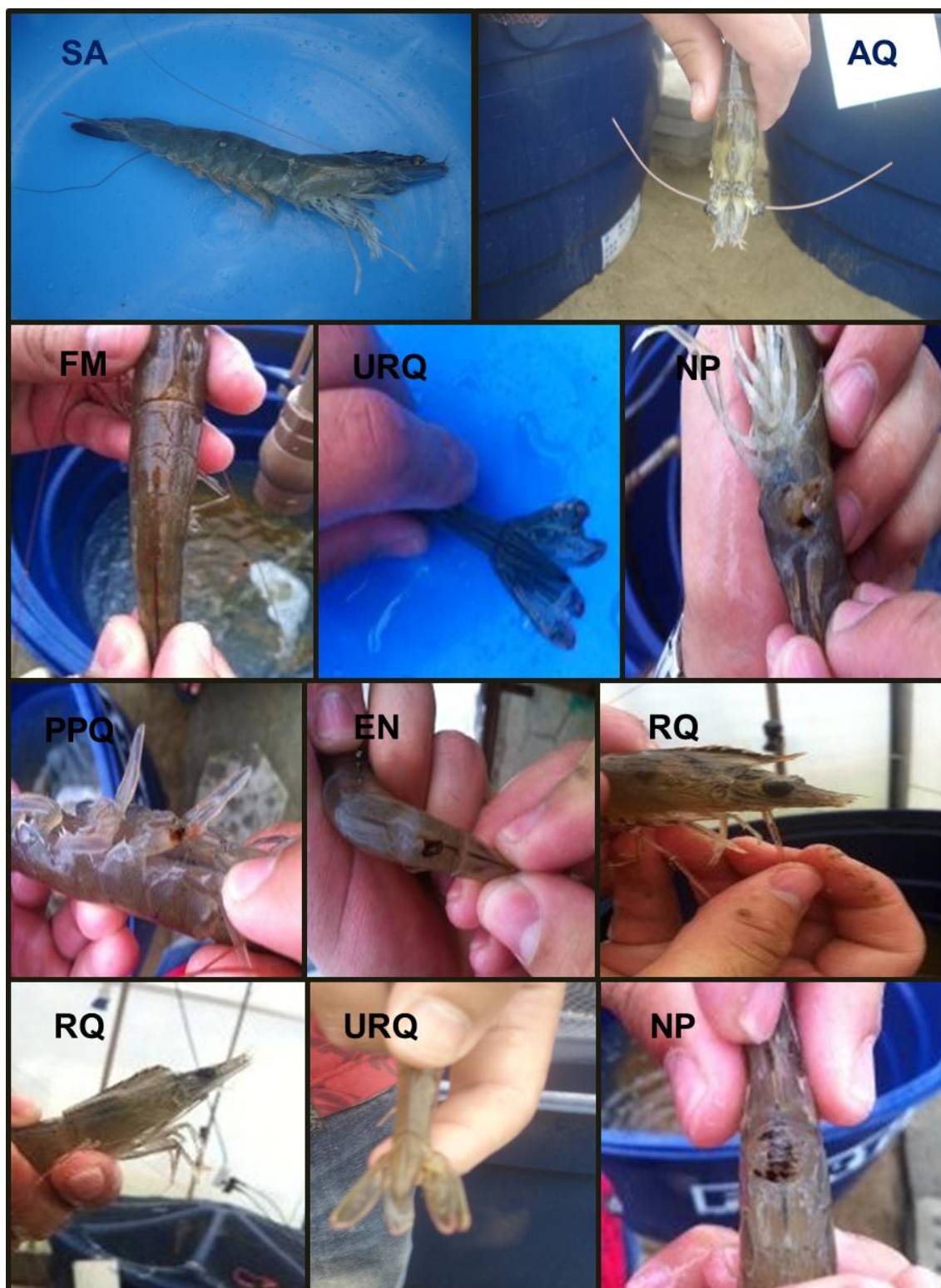


Figura 5: Sintomatologia avaliada na despesca em camarões reprodutores. SA – Sem sinais clínicos externos, AQ – Antênula quebrada, FM – Fêmea madura, URQ – Urópodos e telson quebrados, NP – Necrose dorsal - verruga, PPQ - Periópodo e pleópodo quebrados, EN – Necrose no exoesqueleto, RQ – Rostro quebrado. (Foto: Douglas Severino)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Parâmetros de qualidade de água

Os parâmetros físicos e químicos de qualidade de água analisados durante todo o período de cultivo estão apresentados na Tabela 1. A temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia, nitrito, nitrato e ortofosfato permaneceram dentro dos limites recomendados para o cultivo de *L. vannamei* (Boyd, 1989).

Os dados de clorofila-a no tanque de reproduzidor sem recirculação (RSR) teve maior dispersão comparados com os outros três cultivos, visto que a média encontrada (90,8 ug L⁻¹) e a máxima concentrações foram neste cultivo (258,5 ug L⁻¹). O fato de ter apresentado uma maior concentração de clorofila-a pode ser observado através da retirada de sólido do tanque, este apresentava cor diferenciada dos demais cultivos (Figura 6).

Tabela 1: Parâmetros de qualidade da água durante o período de. Os dados estão apresentados como média (mínimo e máximo) após 67 dias de cultivo em sistema com bioflocos. Reprodutor com recirculação de água (RR), Reprodutor sem recirculação de água (RSR), Juvenil com recirculação de água (JR), Juvenil sem recirculação de água (JSR).

	Tanque			
	RR	RSR	JR	JSR
Temperatura (°C)	29,3 (26,1- 31,6)	29,3 (24,5- 31,5)	29,2 (24,4- 31,7)	29,5 (27,5- 31,9)
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	5,8 (5,1- 7,0)	5,8 (5,1- 7,2)	5,7 (4,73- 7,2)	5,8 (5,1- 7,0)
pH	7,94 (7,58- 8,18)	8,04 (7,79- 8,3)	7,88 (7,56- 8,18)	7,71 (7,27- 8,2)
Alcalinidade (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	144,6 (116- 176)	156 (128- 184)	141,6 (108-176)	133,4 (100- 156)
Amônia NH ₄ /NH ₃ -N	0,2 (0,0- 0,8)	0,2 (0,0-1,0)	0,3 (0,0- 0,9)	0,4 (0,0- 0,8)

(mg.L⁻¹)**Tabela 1:** Continuação

	Tanque			
	RR	RSR	JR	JSR
Nitrito NO ₂ -N (mg.L ⁻¹)	0,24 (0,07- 0,42)	0,24 (0,06- 0,52)	0,25 (0,07- 0,41)	0,37 (0,14- 0,69)
Nitrato NO ₃ -N (mg.L ⁻¹)	102,6 (49,6- 157,3)	93,6 (49,6- 130,3)	101,9 (49,6- 133,1)	106,4 (49,6- 152,4)
Fosfato PO ₄ -P (mg.L ⁻¹)	2,6 (1,91- 3,56)	2,6 (1,78- 3,31)	2,6 (1,87- 3,55)	2,9 (2,05- 4,10)
SST (mg.L ⁻¹)	522 (406- 660)	497 (391- 620)	535 (435-679)	559 (442- 692)
SSV (mg.L ⁻¹)	209 (122- 281)	190 (140- 260)	220 (159- 289)	228 (161- 303)
SSF (mg.L ⁻¹)	313 (245- 383)	307 (244- 387)	317 (268- 394)	331 (275- 391)
Salinidade	33 (30- 34)	33 (32- 34)	33 (32- 34)	33 (30-34)
Clo-a (ug L ⁻¹)	46,0 (10,28- 108,6)	90,8 (17,6- 258,5)	50,7 (8,8- 117,5)	34,7 (5,9- 94,0)
Turbidez (NTU)	151 (110- 215)	132 (76- 188)	156 (117- 225)	132 (107- 228)

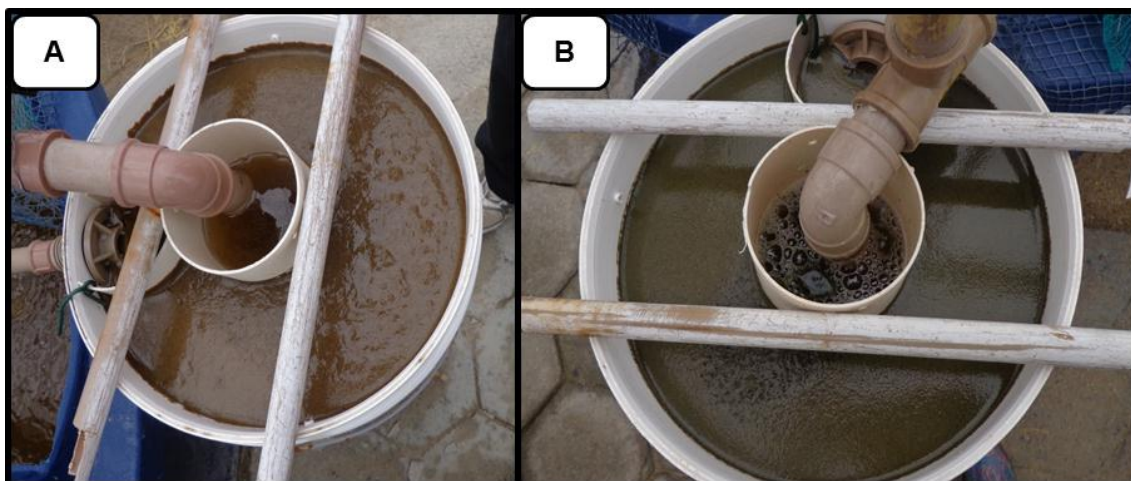


Figura 6: Decantador com as diferença de cores retirados dos tanques. B – sólidos retirados do tanque de reprodutor sem recirculação. A – sólidos representando a cor dos demais tanques (Foto: Douglas Severino).

4.2. Análise biológica da água.

Os resultados finais da contagem total de bactérias heterotróficas, vibrios e bactéria oxidadoras amônia (AOB) não apresentaram diferenças entre a água dos cultivos e estão apresentados na Tabela 2.

Em relação às oxidadoras de nitritos (NioB), o resultado abaixo demonstrou que os tanques com maior biomassa apresentaram maior quantidade destas bactérias, tendendo-se a ser mais heterotróficos.

Os resultados de contagem de bactérias totais na água apresentaram valores semelhantes aos encontrados por Piérri (2012), que cultivou camarões em sistema superintensivo sobre o efeito de diferentes alcalinidades.

Tabela 2: Valores de análises microbiológicas de contagem total de bactérias heterotróficas, vibrios, bactérias oxidadoras de amônia (AOB) e bactérias oxidadoras de nitrito (NiOB) da água do cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos. Reprodutor com recirculação de água (RR), Reprodutor sem recirculação de água (RSR), Juvenil com recirculação de água (JR), Juvenil sem recirculação de água (JSR).

Análise	Tanque			
	RR	RSR	JR	JSR
Heterotróficas ($\times 10^5$ UFC.mL ⁻¹)	7	1,48	1,74	1
Vibrios ($\times 10^5$ UFC.mL ⁻¹)	2	1	2	5
NMP AOB (NMP. 100mL ⁻¹)	>1600	>1600	>1600	>1600
NMP NiOB (NMP. 100mL ⁻¹)	33	13	33	49

4.3. Sintomatologia visual externa dos reprodutores

A avaliação clínica visual de todos os reprodutores demonstrou camarões com antênula quebrada, necrose dorsal – verruga, necrose no exoesqueleto, rostro deformado ou quebrado, urópodos e telson quebrados, periopodo e pleópodo quebrados (Figura 5). Em relação a ausência de sinais clínicos externos o tanque sem recirculação (RSR) apresentou 75% dos seus animais, já com recirculação (RR) apresentou menos que a metade dos animais (43.7%) (Tabela 3).

O tanque de reprodutor sem recirculação de água apresentou maior quantidade de animais sem sinais clínicos externos, aparentemente pode-se considerar que estes animais estavam mais saudáveis. Todavia Emerenciano et al (2012) evidencia a falta de pesquisa relacionada a reprodutores em bioflocos e considera que para um bom desempenho destes animais neste ambiente é necessário estabelecer padrões relacionados a densidade de cultivo e quantidade de sólidos dentro do tanque. Durante o cultivo, a quantidade de sólidos suspensos totais e sedimentáveis esteve a maior parte do tempo menor no tanque que não apresentava recirculação da água,

podendo assim ter influenciado numa maior quantidade de animais saudável dentro do tanque (Figura 7).

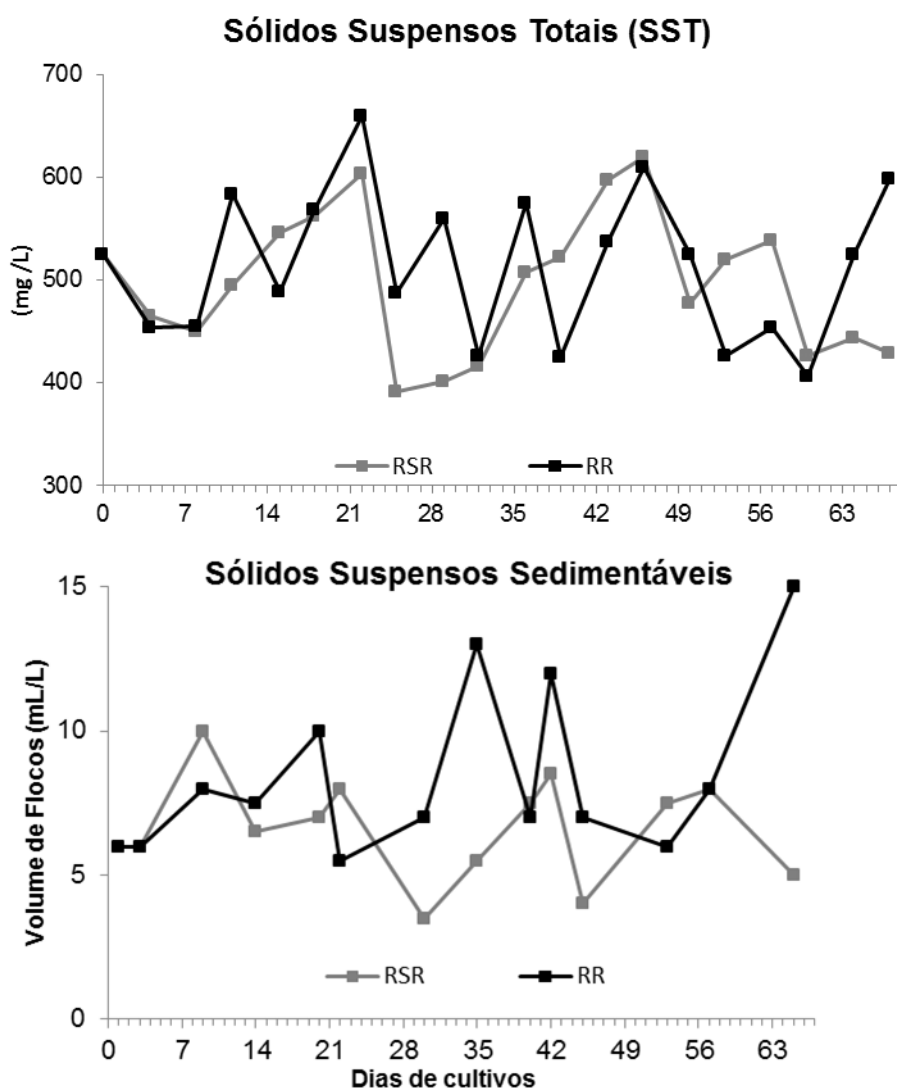


Figura 7: Variação dos sólidos suspensos totais e sólidos suspensos sedimentáveis no cultivo dos camarões reprodutores de *L. vannamei* em sistema de bioflocos com recirculação e sem recirculação de água. Reprodutor sem recirculação de água (RSR) e Reprodutor com recirculação de água (RR).

Tabela 3: Prevalência de sintomas externos visuais dos camarões reprodutores. Reprodutor com recirculação de água (RR), Reprodutor sem recirculação de água (RSR).

Tanque	F	M	FM	NP	RQ	BS
RSR	25/52	27/52	5/25	5/52	1/52	0/52
	(48%)	(52%)	(20%)	(9,6%)	(1,9%)	(0%)
RR	31/48	17/48	0/31	6/48	4/48	0/48
	(64,6%)	(35,4%)	(0%)	(12,5%)	(8,3%)	(0%)
Tanque	UTQ	AQ	PPQ	NE	SA	
RSR	4/52	1/52	1/52	0/52	39/52	
	(7,7%)	(1,9%)	(1,9%)	(0%)	(75%)	
RR	7/48	14/48	3/48	11/48	21/48	
	(14,6%)	(29,1%)	(6,3%)	(22,9%)	(43,7%)	

F – Fêmea, M – Macho, FM – Fêmea madura, NP – Necrose dorsal (verruga), RQ – Rostro quebrado, BS – Brânquias sujas, URQ – Urópodos e telson quebrados, AQ – Antênula quebrada, PPQ – Periópodo, pleópodo quebrados, EN – Necrose no exoesqueleto e SA - Sem sinais clínicos externos

4.4. Índices de produção

Os resultados de produção obtidos após 67 dias de cultivos são apresentados na Tabela 4. O peso médio final foi maior nos tanques que não apresentavam recirculação da água. A maior sobrevivência (92,9%) foi no tratamento de camarão reprodutor sem recirculação diferenciando do tratamento RR (85,7%), que apresentou a menor sobrevivência. O ganho de peso semanal (GPS), produtividade e conversão alimentar aparente (C.A.A.) nos tanques com camarões juvenis foram semelhantes (Tabela 4 e Figura 8).

Tabela 4: Valores médios (\pm DP) referentes ao peso inicial, peso final e ganho de peso semanal (GPS) dos camarões. Produtividade, sobrevivência e conversão alimentar aparente de todos os cultivos. Reprodutor com recirculação de água (RR), Reprodutor sem recirculação de água (RSR), Juvenil com recirculação de água (JR), Juvenil sem recirculação de água (JSR)

	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	GPS (g)	Produtividade (kg.m^{-3})	Sobrevivência (%)	C.A. aparente
RR	$19,6 \pm 0,3$	$28,8 \pm 2,6$	$1,1 \pm 0,8$	1,7	85,7	5,6
RSR	$19,6 \pm 0,4$	$29,8 \pm 2,5$	$1,2 \pm 1,0$	1,9	92,9	3,8
JR	$3,8 \pm 0,3$	$14,2 \pm 0,4$	$1,2 \pm 0,3$	5,0	91,3	1,7
JSR	$3,8 \pm 0,3$	$15,0 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,3$	5,0	86,3	1,8

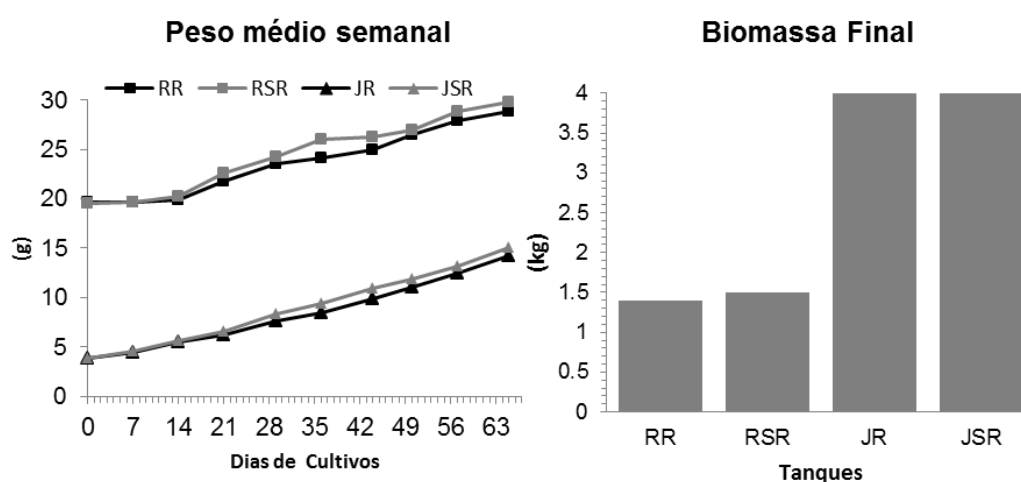


Figura 8: Peso médio semanal (g) e biomassa final apresentada em cada tanque. Reprodutor com recirculação de água (RR), Reprodutor sem recirculação de água (RSR), Juvenil com recirculação de água (JR), Juvenil sem recirculação de água (JSR)

Entre o índice de produção, a sobrevivência obtida nos quatro tanques, apresentou valores próximos aos encontrados em cultivos superintensivos de *L. vannamei* (Wasielesky et al., 2006; Samocha et. al., 2010)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados observados durante este estudo verificou que quando o cultivo é mantido com baixa biomassa de camarões, esse tanque tende a ser mais fotoautotrófico (água verde) em relação a o que são mantidos em alta biomassa.

Considerando que cultivo heterotrófico em bioflocos é mais estável do que os fotoautotróficos é de ser levar em consideração a possibilidade de aplicar-se o modelo aqui estudado. Porém, será necessário ainda o desenvolvimento de pesquisa para encontrar padrões ideais de cultivar camarões reprodutores em sistema de bioflocos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

APHA. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20^a ed, American Public Health Association. Washington DC.

AVNIMELECH, Y.; Carbon/nitrogen as a control element in aquaculture systems. 176, 227-235, 1999.

BURFORD, M. A.; THOMPSON, P. J.; MCINTOSH, R. P.; BAUMAN, R. H.; PEARSON, D. C. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v.219, p. 393-411, 2003.

Emerenciano, M.; Gaxiola, G.; Cuzon, G. Biofloc Technology Applied To Shimp Broodstock. *In*: Avnimelech, Y. Biofloc Technology - A Practical Guide Book, 2d Edition. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States, 2012, p. 217 a 230.

Hach Company, 2003. Method 8039, DR/50000, Procedure, Cadmium Reduction Method (Nitrate). Hach Company, Loveland, Colorado, USA. Hgfv544

HOPKINS, J. S.; HAMILTON, D. S.; SANDIFER, P. A.; BROWDY, C. L.; STOKES, A. D. Effect of water exchange rate on the production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets in intensive shrimp ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**, 1993.

KRUMMENAUER, D.; LARA, G.; FÕES, G.; POERCH, L. H.; JR, W. W. Sistema de Bioflocos: É possível reutilizar a água por diversos ciclo?. *Panorana da Aquicultura*, Rio de Janeiro, RJ: SRG Gráfica e Editora Ltda, v. 23, n.136, p. 40-47, mar./abr. 2013.

MCINTOSH, D.; SAMOCHA, T. M.; JONES, E. R.; LAWRENCE, A. L.; MCKEE, D.A.; HOROWITZ, S.; HOROWITZ, A. The effect of a commercial bacterial supplement on

the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with a low-protein diet in an outdoor tank system and no water exchange. **Aquaculture Engineering**, 2000.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011. Brasil, p 33-35, 2011.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). El Estado Mundial de la Pesca Y la Acuicultura. Roma, 2012.

PIÉRRI, V. **Efeito da alcalinidade sobre o cultivo de *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos**. 2012. 47 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal de santa Catarina, Florianópolis, 2012.

ROCHA, I. P.; ROCHA, D. M.; Produção mundial de camarão: principais produtos , mercados e oportunidades para o Brasil. Revista da ABCC, v. 11, p. 50-59. 2009.

SAMOCHA, T. M., Wilkerfeld, J. S., Morris, T. C., Correia, E. S., Hanson, T., 2010. Intensive recirculation without water exchange analyzed for white shrimp culture. Global Aquaculture Advocate 13, 22-24.

SCHVEITZER, R. Efeito dos sólidos suspensos totais na água e dos subst. ratos artificiais sobre o cultivo superintensivo de *Litopenaeus vannamei* com bioflocos. 2012. 134f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Florianópolis, SC, 2012.

STRICKLAND, J. D. H., PARSONS, T.R. A practical handbook of seawater analysis. 2 ed. Ottawa: Queen`s Printer, 1972.

Strickland, J. D. H; Parsons, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis (2 ed.). Fisheries Research Board of Canada, Bull. 167. Ottawa.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. Site gerado na disciplina Circuitos Ecológicos de Imersão do curso de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte Acesso em 30/10/2013: <<http://www.cb.ufrn.br/~ecomangue/Carcinibrasil/carcinbrasil.index.htm>>

WASIELESKY Jr., W. et al. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super – intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, v. 258, p. 396-403, 2006.